

ANALISIS INDEKS TINGKAT PELAYANAN JALAN DENGAN MENGGUNAKAN PENDEKATAN PERSAMAAN DAVIDSON (STUDI KASUS : JALAN KAIRAGI-AIRMADIDI)

Preisy Gabriela Kaeng

Semuel Y.R Rompis, Lintong Elisabeth

Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: kaengpraisy@gmail.com

ABSTRAK

Peningkatan jumlah kendaraan yang memafaatkan jalan atau tingkat kepemilikan kendaraan yang semakin bertambah setiap saat yang tidak diikuti dengan penambahan panjang jalan maupun peningkatan kapasitas jalan lama merupakan penyebab terjadinya masalah-masalah lalu lintas. Data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah data volume lalu lintas, waktu tempuh, serta geometrik jalan (lebar dan panjang). Lokasi penelitian yaitu di daerah Jalan Kairagi-Airmadidi yang dibatasi dari Alfamart Maumbi sampai depan Indomart Manado Bitung km 8. Penelitian ini dilakukan pada hari Senin-Sabtu. Untuk survei volume dilakukan dengan cara manual yaitu dengan mencatat setiap kendaraan yang lewat pada pos pengamatan sesuai dengan klasifikasi masing-masing kendaraan. Untuk survei waktu tempuh dilakukan dengan metode moving car observer method yaitu dengan menggunakan 1 buah mobil pribadi yang menempuh kedua arah secara bolak balik pada segmen jalan yang diamati yaitu 2,9 km. Sedangkan untuk mengukur geometrik jalan (lebar jalan dan panjang jalan) dilakukan dengan menggunakan meteran. Dalam penelitian ini diteliti mengenai hubungan anatara arus lalu lintas dengan waktu tempuh, sehingga dengan mengetahui hubungan tersebut para perencana dapat meramalkan kinerja lalu lintas yang akan terjadi. Dari hasil penelitian dan analisis yang sudah dilakukan diperoleh arus lalu lintas tertinggi untuk total 2 arah jalan tersebut mencapai 6681 smp/jam. Dari hasil perhitungan dengan kapasitas 1284 smp/jam per lajur diperoleh nilai Indeks Tingkat Pelayanan terbaik untuk arah Kairagi adalah 1,2632 hal ini dibuktikan dengan Nilai $R^2 = 0,9587$ yang merupakan nilai R^2 terbesar pada arah Kairagi dari seluruh hari penelitian dan diperoleh nilai Indeks Tingkat Pelayanan terbaik untuk arah Airmadidi adalah 3,9241 hal ini dibuktikan dengan Nilai $R^2 = 0,8755$ yang merupakan nilai R^2 terbesar pada arah Airmadidi dari seluruh hari penelitian.

Kata Kunci : Kemacetan, Kapasitas, Indeks Tingkat Pelayanan

PENDAHULUAN

Latar belakang

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan aktivitas penduduk serta meningkatnya taraf hidup masyarakat yang ditandai dengan semakin besar kebutuhan akan prasarana dan sarana, terlihat jelas bahwa transportasi adalah salah satu bagian pokok yang tidak dapat dipisahkan dari kebutuhan-kebutuhan tersebut, maka sarana dan prasarana jalan yang memadai baik dari segi kenyamanan dan kelancaran merupakan salah satu tuntutan masyarakat.

Permasalahan lalu lintas yang terjadi disebabkan oleh terlalu banyaknya jumlah kendaraan yang memanfaatkan jalan atau tingkat kepemilikan kendaraan

yang semakin bertambah oleh karena adanya pertumbuhan lalu lintas maka menyebabkan waktu tempuh bertambah. Kemacetan semakin meningkat apabila arus begitu besar sehingga kendaraan sangat berdekatan satu sama lain. Selain itu, tingkat kesadaran dari masyarakat yang rendah dalam mematuhi tata tertib berlalu lintas menyebabkan konflik lalu lintas, juga adanya kegiatan industri yang berbatasan langsung dengan ruas jalan yang dimaksud secara tidak langsung juga ikut mempengaruhi arus lalu lintas pada jalan.

Permasalahan yang sering terjadi di jalan Kairagi-Airmadidi disebabkan oleh arus kendaraan yang semakin meningkat pada saat jam-jam sibuk pagi hari dan sore hari serta berbagai aktivitas kendaraan berat seperti truk dan container yang berjalan sepanjang ruas jalan

karena jalan ini merupakan salah satu jalan utama ke Kota Bitung.

Dengan demikian diperlukan manajemen lalu lintas yang terencana dan terarah, untuk perlu diketahui karakteristik lalu-lintas antara lain, geometrik jalan, volume lalu lintas dan waktu tempuh kendaraan. Waktu tempuh pada ruas jalan tergantung pada arus lalu lintas, kapasitas, waktu tempuh pada kondisi arus bebas dan Indeks Tingkat Pelayanan (ITP). Indeks Tingkat Pelayanan merupakan fungsi dari faktor-faktor yang menyebabkan keragaman dalam arus. Nilai Indeks Tingkat Pelayanan suatu ruas jalan dapat dihitung dengan beberapa pendekatan, yaitu: pendekatan linear, pendekatan tidak linear, pendekatan coba-coba dan pendekatan rata-rata.

Dalam penelitian ini, untuk mengetahui nilai indeks tingkat pelayanan, penulis menggunakan pendekatan linear yang merupakan pendekatan dengan menggunakan analisis regresi-linier dan pendekatan tidak linear yang merupakan pendekatan dengan menggunakan metode penaksiran kuadrat terkecil yang mencoba meminimumkan jumlah perbedaan kuadrat antara nilai penaksiran dan hasil pengamatan.

Berdasarkan uraian tersebut serta pengamatan visual, penulis mencoba melakukan penelitian untuk mengetahui Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) jalan di lokasi studi jalan Kairagi-Airmadidi. Ruas jalan ini dipilih karena merupakan salah satu jalan utama ke Kota Bitung dan mempunyai beragam aktivitas sosial, seperti: pabrik, pertokoan, kantor, dan sebagainya.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka dapat ditarik rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bahwa ada pengaruh antara arus lalu lintas dengan waktu tempuh kendaraan. Dalam penelitian ini akan dilihat Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) jalan Kairagi-Airmadidi tersebut dengan dilakukan analisis pendekatan persamaan Davidson untuk menghitung Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) di jalan Kairagi-Airmadidi.

Batasan Masalah

Agar masalah yang dibahas mengarah pada tujuan dan juga keterbatasan literatur serta untuk mempermudah analisa, maka perlu adanya pembatasan masalah sebagai berikut.

- 1) Indeks Tingkat Pelayanan dihitung dengan Pendekatan Linear dan Pendekatan Tidak Linear
- 2) Untuk menghitung kapasitas digunakan MKJI (1997).
- 3) Penelitian dilakukan pada lokasi jalan Kairagi-Airmadidi yang sering mengalami kemacetan yang akan diteliti dengan membatasi jalan sepanjang 2,9 km yaitu dari depan Alfamart Maumbi sampai depan Indomart Manado Bitung km 8.
- 4) Penelitian dilakukan selama enam hari (Senin-Sabtu) pada pukul 06.00-18.00 WITA.
- 5) Penelitian volume lalu lintas dilakukan dengan metode *Manual Count* dengan menggunakan *Hand Tally Counter* dan untuk waktu tempuh digunakan metode pengamat mobil bergerak (*moving car observer method*)

Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) di jalan Kairagi-Airmadidi dengan pendekatan linear dan pendekatan tidak linear metode Davidson.

Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi penulis, penelitian ini dapat menambah wawasan dan pengetahuan dalam menganalisis masalah transportasi, khususnya yang berkaitan dengan indeks tingkat pelayanan jalan.
2. Bagi masyarakat, penelitian ini dapat dipakai untuk pemilihan rute alternatif sebagai tahap selanjutnya dalam pembebanan lalu lintas.
3. Bagi universitas, penelitian ini dapat dipakai untuk menambah kajian penelitian dibidang transportasi.
4. Bagi pemerintah, dapat memberikan referensi kepada instansi terkait yang membutuhkan mengenai Indeks Tingkat Pelayanan jalan.

LANDASAN TEORI

Komposisi Lalu Lintas

Dalam berlalu lintas terdapat berbagai jenis kendaraan yang masing-masing mempunyai ciri tersendiri, dengan perbedaan seperti dimensi, berat, kapasitas angkut, tenaga penggerak, karakteristik pengendalian yang sangat berpengaruh dalam operasi lalu lintas sehari-hari

serta dalam perencanaan dan pengendalian lalu lintas.

- Kendaraan ringan (*Light Vehicles*)
Meliputi kendaraan bermotor 2 as beroda empat dengan jarak as 2,0-3,0 m (termasuk mobil penumpang, kopaja, mikro bus, pick-up dan truck kecil sesuai sitem klasifikasi Bina Marga);
- Kendaraan berat (*Heavy Vehicles*)
Meliputi kendaraan bermotor dengan jarak as lebih dari 3,5 m biasanya beroda lebih dari empat (bus, truk dua as truk kombinasi sesuai klasifikasi Bina Marga);
- Sepeda Motor (*Motor Cycle*)
Kendaraan bermotor dengan 2 atau 3 roda (meliputi: sepeda motor dan kendaraan roda 3, sesuai dengan system klasifikasi Bina Marga);
- Kendaraan Tak Bermotor (*Unmotorized*)
Kendaraan yang menggunakan tenaga manusia atau hewan termasuk becak, bentor, sepeda dan kereta dorong, sesuai dengan klasifikasi Bina Marga.

Hubungan Antara Volume Kecepatan dan Kepadatan

Hubungan matematis antara Kecepatan-Kepadatan adalah bahwa apabila kepadatan lalu lintas meningkat, maka kecepatan akan menurun. Arus lalu lintas akan menjadi nol (nol) apabila kepadatan sangat tinggi sedemikian rupa sehingga tidak memungkinkan untuk bergerak lagi. Kondisi seperti ini dikenal dengan kondisi macet total ($D=D_j$). Pada kondisi kepadatan 0 (nol, $D=0$), tidak terdapat kendaraan di ruas jalan sehingga arus lalu lintas juga 0 (nol). Oleh karena itu, perilaku arus lalu lintas yang berada diantara kedua nilai ekstrem ini sangat perlu dipelajari. Apabila kepadatan meningkat dari nol, maka kecepatan akan menurun sedangkan arus lalu lintas akan meningkat. Apabila kepadatan terus meningkat, maka akan dicapai suatu kondisi dimana peningkatan kepadatan tidak akan meningkatkan arus lalu lintas, malah sebaliknya akan menurunkan arus lalu lintas. Titik maksimum arus lalu lintas tersebut dinyatakan sebagai kapasitas arus.

Hubungan Arus Lalu Lintas Dengan Waktu Tempuh

Besarnya waktu tempuh pada suatu ruas jalan sangat tergantung dari besarnya arus dan kapasitas ruas jalan tersebut. Hubungan antara

arus dengan waktu tempuh dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi dimana jika arus bertambah maka waktu tempuh akan juga bertambah. Menurut **Davidson (1966)** secara matematis, dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$T_Q = T_0 \left[\frac{1 - (1-a) \frac{Q}{C}}{1 - \frac{Q}{C}} \right]$$

dimana :

T_Q = waktu tempuh pada saat arus = Q

T_0 = waktu tempuh pada saat arus = 0
(kondisi arus bebas)

Q = arus lalu lintas

C = kapasitas

a = **indeks tingkat pelayanan/ITP**

(fungsi dari faktor-faktor yang menyebabkan keragaman dalam arus, seperti: parkir, penyeberang jalan, gangguan samping, lebar jalan, jumlah lajur, tipe perkerasan, tanjakan, turunan dan lain-lain)

Blunden menggunakan istilah arus jenuh untuk menyatakan kapasitas T_0 didefinisikan sebagai waktu yang diperlukan untuk melewati suatu ruas jalan jika terdapat tidak ada hambatan pada ruas jalan tersebut (atau kecepatan arus bebas). Waktu tempuh pada suatu ruas jalan tergantung dari arus lalu lintas, kapasitas, waktu tempuh pada kondisi arus bebas, dan **indeks tingkat pelayanan (a)**

Tabel 1 Parameter beberapa jenis jalan

Kondisi	T_0 (menit/ mil)	Indeks Tingkat Pelayanan (a)	Arus jenuh (kenda- raan/ hari)
Jalan bebas hambatan	0,8 – 1,0	0 – 0,2	2000/ lajur
Jalan perkotaan (banyak lajur)	1,5 – 2,0	0,4 – 0,6	1800/ lajur
Jalan kolektor dan pengumpan	2,0 – 3,0	1,0 – 1,5	1800/ total lebar

Kapasitas Jalan

Kapasitas didefinisikan sebagai arus maksimum yang dapat dipertahankan persatuan jam yang melewati suatu titik di jalan dalam kondisi yang ada. Pada saat arus rendah kecepatan lalu lintas kendaraan bebas tidak ada gangguan dari kendaraan lain, semakin banyak kendaraan yang melewati ruas jalan, kecepatan

akan semakin turun sampai suatu saat tidak bisa lagi arus atau volume lalu lintas bertambah, disinilah kapasitas terjadi. Setelah itu arus akan berkurang terus dalam kondisi arus yang dipaksakan sampai suatu saat kondisi macet total, arus tidak bergerak dan kepadatan tinggi. Kapasitas telah diperkirakan secara teoritis dengan menganggap suatu hubungan matematik antara kepadatan, kecepatan dan arus dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp). Persamaan dasar untuk penentuan kapasitas adalah sebagai berikut.

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$

dimana:

- C = kapasitas (smp/jam)
 C_o = kapasitas dasar (smp/jam)
 FC_w = faktor penyesuaian lebar jalan
 FC_{SP} = faktor penyesuaian pemisah arah (hanya untuk jalan tak terbagi)
 FC_{SF} = faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan

Tingkat Pelayanan

- Tingkat Pelayanan (tergantung arus) Hal ini berkaitan dengan kecepatan operasi atau fasilitas jalan, yang tergantung pada perbandingan antara arus terhadap kapasitas. Oleh karena itu, tingkat pelayanan pada suatu jalan tergantung pada arus lalu lintas. Definisi ini digunakan oleh Highway Capacity Manual (Amerika), diilustrasikan dengan 6 (enam) buah tingkat pelayanan (*level of service*), yaitu :
 - Tingkat pelayanan A – arus bebas
 - Tingkat pelayanan B – arus stabil (untuk merancang jalan antar kota)
 - Tingkat pelayanan C – arus stabil (untuk merancang jalan perkotaan)
 - Tingkat pelayanan D – arus mulai tidak stabil
 - Tingkat pelayanan E – arus tidak stabil (tersendat-semadat)
 - Tingkat pelayanan F – arus terhambat (berhenti, antrian, macet)
- Tingkat Pelayanan (tergantung fasilitas) Hal ini sangat tergantung pada jenis fasilitas, bukan arusnya. Jalan bebas hambatan mempunyai tingkat pelayanan yang tinggi, sedangkan jalan yang sempit mempunyai tingkat pelayanan yang rendah.

Penentuan Indeks Tingkat Pelayanan

Nilai 'a' (indeks tingkat pelayanan) untuk suatu ruas jalan dapat dihitung beberapa pendekatan yaitu: pendekatan linear, pendekatan tidak linear, pendekatan coba-coba dan pendekatan rata-rata.

Dalam penelitian ini, menggunakan pendekatan linear untuk mengetahui nilai indeks tingkat pelayanan yang merupakan pendekatan dengan menggunakan analisis regresi-linier dan pendekatan tidak linear untuk mengetahui nilai indeks tingkat pelayanan yang merupakan pendekatan metode penaksiran kuadrat-terkecil yang mencoba meminimumkan jumlah perbedaan kuadrat.

a. Pendekatan Linear

Dengan mengetahui beberapa set data T_Q^i dan Q_i yang bisa didapat dari survei waktu tempuh dan volume arus lalu lintas, maka dengan menggunakan analisis regresi-linier parameter A dan B dapat dihitung dan dihasilkan beberapa nilai berikut $A = T_0$ dan $B = a T_0$ sehingga nilai indeks tingkat pelayanan (ITP) adalah $a = \frac{B}{A}$.

$$B = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N (X_i) \sum_{i=1}^N (Y_i)}{N \sum_{i=1}^N (X_i)^2 - (\sum_{i=1}^N (X_i))^2}$$

$$A = \bar{Y} - B \bar{X}$$

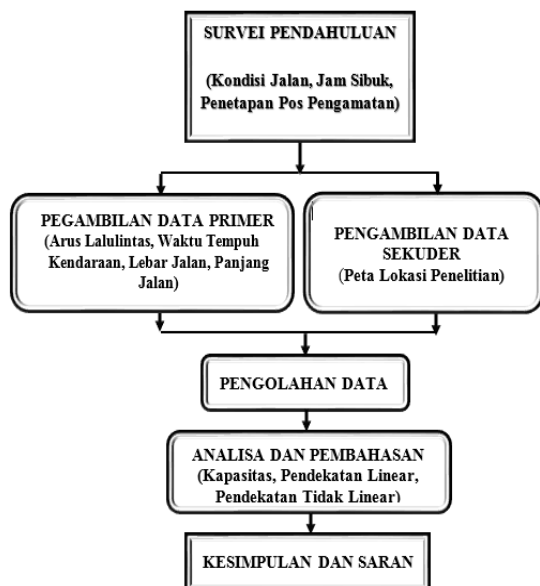
b. Pendekatan Tidak Linear

Dengan mengetahui beberapa set data T_Q^i dan Q_i yang bisa didapat dari survei waktu tempuh dan volume arus lalu lintas, akan didapat beberapa set pasangan data Y_i dan X_i . Nilai 'a' dapat ditentukan dengan menggunakan metode penaksiran kuadrat-terkecil yang mencoba meminimumkan jumlah perbedaan kuadrat antara nilai Y_i hasil penaksiran dan hasil pengamatan.

Dengan menggunakan nilai $\hat{Y}_i = \frac{T_Q^i}{T_0}$ dan $X_i = \frac{Q_i}{C}$ maka nilai 'a' bisa didapat dengan menggunakan persamaan berikut.

METODOLOGI PENELITIAN

Bagan Alir Metode Penelitian :



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

ANALISIS, HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Perhitungan Arus Lalu Lintas/ Volume (Q)

Data arus lalu lintas yang didapat dilapangan dikonversikan dengan faktor ekivalensi untuk mendapatkan hasil dalam satuan mobil penumpang (SMP), sehingga jumlah kendaraan pada ruas jalan yang diamati dikalikan dengan faktor ekivalensi untuk setiap jenis kendaraan. Data kendaraan yang diperoleh setiap 15 menit kemudian dijumlahkan untuk mendapatkan volume lalu lintas perjam.

Dari hasil survei yang dilakukan untuk mendapatkan data arus lalu lintas setiap 15 menit pada hari Senin tanggal 15 Mei 2017 sampai hari Sabtu 20 Mei 2017 pada ruas jalan Manado Bitung segmen Kairagi-Airmadidi yang dibatasi dari depan Alfamart Maumbi sampai depan perumahan Watutumou Permai yang kemudian telah di konversikan kedalam satuan mobil penumpang (SMP), dapat dilihat variasi volume kendaraan yang ditunjukkan pada jam-jam sibuk pagi hari dan sore hari. Pada jam-jam sibuk tersebut volume lalu lintas cenderung lebih banyak dibandingkan dengan volume lalu lintas pada tidak jam sibuk.

Berikut ini adalah salah satu perhitungan arus lalu lintas atau volume kendaraan

Tabel 2. Perhitungan Arus Lalu Lintas

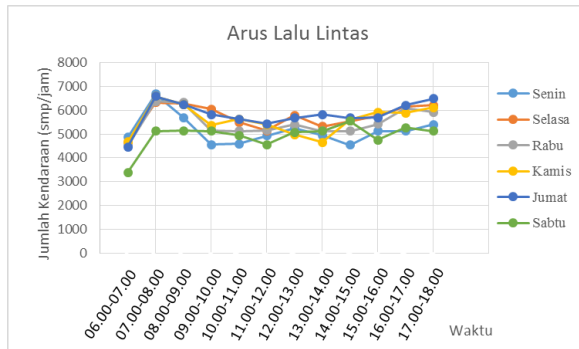
Waktu (Interval 15 menit)	LV	MC	HV	LV	MC	HV	LV	MC	HV	Total SMP Kendaraan
	Kend 1	Kend 2	Kend 3	(kend/15) 4=1*(1)	(kend/15) 5=2*(0.4)	(kend/15) 6=4*(1.3)	(kend/jam) 7=4*(4)	(kend/jam) 8=5*(4)	(kend/jam) 9=6*(4)	(SMP/jam) 10=7+8+9
06.00 - 06.15	91	34	20	91	13.6	26	364	54.4	104	522
06.15 - 06.30	116	92	20	116	36.8	26	464	147.2	104	715
06.30 - 06.45	123	152	25	123	60.8	32.5	492	243.2	130	865
06.45 - 07.00	125	139	20	125	55.6	26	500	222.4	104	826
07.00 - 07.15	145	164	23	145	65.6	29.9	580	262.4	119.6	962
07.15 - 07.30	153	176	29	153	70.4	37.7	612	281.6	150.8	1044
07.30 - 07.45	152	168	17	152	67.2	22.1	608	268.8	88.4	965
07.45 - 08.00	140	171	24	140	68.4	31.2	560	273.6	124.8	958
08.00 - 08.15	149	171	15	149	68.4	19.5	596	273.6	78	948
08.15 - 08.30	122	140	21	122	56	27.3	488	224	109.2	821
08.30 - 08.45	126	114	27	126	45.6	35.1	504	182.4	140.4	827
08.45 - 09.00	97	107	24	97	42.8	31.2	388	171.2	124.8	684
09.00 - 09.15	89	67	20	89	26.8	26	356	107.2	104	567
09.15 - 09.30	88	46	23	88	18.4	29.9	352	73.6	119.6	545
09.30 - 09.45	76	77	24	76	30.8	31.2	304	123.2	124.8	552
09.45 - 10.00	85	105	20	85	42	26	340	168	104	612
10.00 - 10.15	76	117	16	76	46.8	20.8	304	187.2	83.2	574
10.15 - 10.30	68	93	23	68	37.2	29.9	272	148.8	119.6	540
10.30 - 10.45	90	99	27	90	39.6	35.1	360	158.4	140.4	659
10.45 - 11.00	72	86	18	72	34.4	23.4	288	137.6	93.6	519
11.00 - 11.15	79	80	35	79	32	45.5	316	128	182	626
11.15 - 11.30	93	106	19	93	42.4	24.7	372	169.6	98.8	640
11.30 - 11.45	77	100	34	77	40	44.2	308	160	176.8	645
11.45 - 12.00	69	96	23	69	38.4	29.9	276	153.6	119.6	549
12.00 - 12.15	96	117	20	96	46.8	26	384	187.2	104	675
12.15 - 12.30	100	108	15	100	43.2	19.5	400	172.8	78	651
12.30 - 12.45	75	104	24	75	41.6	31.2	300	166.4	124.8	591
12.45 - 13.00	95	118	27	95	47.2	35.1	380	188.8	140.4	709
13.00 - 13.15	68	97	18	68	38.8	23.4	272	155.2	93.6	521
13.15 - 13.30	102	105	29	102	42	37.7	408	168	150.8	727
13.30 - 13.45	76	114	23	76	45.6	29.9	304	182.4	119.6	606
13.45 - 14.00	77	98	30	77	39.2	39	308	156.8	156	621
14.00 - 14.15	89	88	26	89	35.2	33.8	356	140.8	135.2	632
14.15 - 14.30	84	55	18	84	22	23.4	336	88	93.6	518
14.30 - 14.45	80	81	12	80	32.4	15.6	320	129.6	62.4	512
14.45 - 15.00	85	94	23	85	37.6	29.9	340	150.4	119.6	610
15.00 - 15.15	88	105	22	88	42	28.6	352	168	114.4	634
15.15 - 15.30	77	90	19	77	36	24.7	308	144	98.8	551
15.30 - 15.45	107	105	35	107	42	45.5	428	168	182	778
15.45 - 16.00	91	96	16	91	38.4	20.8	364	153.6	83.2	601
16.00 - 16.15	88	101	16	88	40.4	20.8	352	161.6	83.2	597
16.15 - 16.30	71	125	16	71	50	20.8	284	200	83.2	567
16.30 - 16.45	79	187	27	79	74.8	35.1	316	299.2	140.4	756
16.45 - 17.00	78	149	18	78	59.6	23.4	312	238.4	93.6	644
17.00 - 17.15	78	158	17	78	63.2	22.1	312	252.8	88.4	653
17.15 - 17.30	98	165	17	98	66	22.1	392	264	88.4	744
17.30 - 17.45	77	137	20	77	54.8	26	308	219.2	104	631
17.45 - 18.00	83	159	16	83	63.6	20.8	332	254.4	83.2	670

Tabel rekapitulasi data survei lalu lintas ditunjukkan dalam Tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Rekapitulasi Data Survei Lalu Lintas

Waktu	Total Kendaraan				
	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Sabtu
06.00-07.00	4866	4655	4503	4676	4451
07.00-08.00	6681	6314	6365	6586	6578
08.00-09.00	5692	6292	6318	6244	6239
09.00-10.00	4553	6039	5157	5365	5812
10.00-11.00	4586	5488	5115	5620	5621
11.00-12.00	4921	5138	5155	5393	5438
12.00-13.00	5253	5787	5402	4970	5668
13.00-14.00	4949	5315	5123	4654	5817
14.00-15.00	4543	5539	5122	5615	5672
15.00-16.00	5128	5759	5422	5924	5688
16.00-17.00	5127	6145	6097	5882	6215
17.00-18.00	5397	6215	5910	6113	6483
Total per hari	61695	68686	65689	67042	69682

Grafik hubungan total kendaraan setiap jam selama tiga hari survey dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Hubungan Total Kendaraan Setiap Jam

Analisis Perhitungan Waktu Tempuh

Waktu tempuh kendaraan pada ruas jalan sepanjang 2,9 km, menggunakan waktu tempuh dari sejumlah sampel dan di dapat waktu tempuh kendaraan permenit dan waktu tempuh kendaraan perjam. Untuk waktu tempuh menggunakan mobil tes dari titik A ke titik B dengan berjalan bolak balik selama waktu dua jam sibuk dan dua jam tidak sibuk yaitu jam 07.00-09.00 untuk waktu sibuk dan 14.00-16.00 untuk waktu tidak sibuk sebagai pengambilan sampel waktu tempuh. Hasil survei dari waktu tempuh kemudian di tabelkan sebagaimana pada Tabel 4. pada arah Kairagi dan Tabel 5 pada arah Airmadidi berikut ini.

Tabel 4 Data Waktu Tempuh Arah Kairagi

No	Jam	T_Q^i (menit)	T_Q^i (jam)
1	7.00-7.06	6	0.1000
2	7.13-7.20	7	0.1167
3	7.27-7.33	6	0.1000
4	7.40-7.50	10	0.1667
5	7.57-8.07	10	0.1667
6	8.13-8.22	9	0.1500
7	8.27-8.36	9	0.1500
8	8.44-8.52	8	0.1333
9	14.00-14.05	5	0.0833
10	14.12-14.17	5	0.0833
11	14.22-14.27	5	0.0833
12	14.35-14.41	6	0.1000
13	14.47-14.52	5	0.0833
14	15.00-15.06	6	0.1000
15	15.13-15.19	6	0.1000
16	15.26-15.31	5	0.0833
17	15.38-15.44	6	0.1000
18	15.51-15.56	5	0.0833

Tabel 5. Data Waktu Tempuh Arah Airmadidi

No	Jam	T_Q^i (menit)	T_Q^i (jam)
1	7.06-7.12	6	0.1000
2	7.21-7.26	5	0.0833
3	7.34-7.40	6	0.1000
4	7.50-7.57	7	0.1167
5	8.07-8.13	6	0.1000
6	8.22-8.27	5	0.0833
7	8.36-8.43	7	0.1167
8	8.52-9.00	8	0.1333
9	14.06-14.11	5	0.0833
10	14.17-14.22	5	0.0833
11	14.28-14.33	5	0.0833
12	14.42-14.47	5	0.0833
13	14.53-14.59	6	0.1000
14	15.06-15.12	6	0.1000
15	15.20-15.26	6	0.1000
16	15.32-15.38	6	0.1000
17	15.45-15.51	6	0.1000
18	15.56-16.02	6	0.1000

Analisis Perhitungan Kapasitas

Untuk perhitungan kapasitas jalan luar kota digunakan persamaan berikut.

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$

C = Kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar (smp/jam)

FC_w = Faktor penyesuaian lebar jalan.

FC_{SF} = Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan.

1. Kapasitas dasar (C_o) digunakan tipe jalan dua lajur-dua arah-tak terbagi (2/2UD) dengan tipe jalan datar kapasitas dasar total kedua arah adalah 3100 smp/jam dan untuk setiap arah adalah 1550 smp/jam.
2. Faktor penyesuaian kapasitas akibat pengaruh lebar jalur lalu lintas (FC_w) digunakan tipe jalan dua lajur-dua arah-tak terbagi (2/2UD) dengan lebar efektif jalan total kedua arah 6m adalah 0,91.
3. Faktor penyesuaian pemisah arah (FC_{SP}) untuk tipe jalan dua lajur-dua arah-tak terbagi (2/2UD) digunakan 50%-50% adalah 1,0.
4. Faktor penyesuaian hambatan samping dan bahu jalan digunakan tipe jalan dua lajur-dua arah-tak terbagi (2/2UD), dengan kelas hambatan samping tinggi dan lebar bahu 1,5m adalah 0,91.

Sehingga perhitungan kapasitas diperoleh:

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$

$$C = 1550 \times 0,91 \times 1,0 \times 0,91$$

$$C = 1284 \text{ smp/jam per lajur}$$

Analisis Indeks Tingkat Pelayanan

Nilai a (ITP) untuk suatu ruas jalan dapat dihitung dengan beberapa pendekatan. Pada penelitian ini menggunakan pendekatan linear dan pendekatan tidak linear.

Tabel 6. Perhitungan ITP Pendekatan Linear

No	T_0^i (menit)	T_0^i (jam)= Y_i	Q_i (smp/jam)	$(C - Q_i)$	$(Q_i/C - Q_i) = X_i$	$X_i \cdot Y_i$	X_i^2
	[1]	[2]=[1]/60	[3]	[4]=C-[3]	[5]=[3]/[4]	[6]=[2]*[5]	[7]=[5] ²
1	6	0.1000	385	899	0.4281	0.0428	0.1833
2	7	0.1167	476	807	0.5902	0.0689	0.3484
3	6	0.1000	402	882	0.4557	0.0456	0.2077
4	10	0.1667	641	643	0.9976	0.1663	0.9952
5	10	0.1667	634	650	0.9761	0.1627	0.9527
6	9	0.1500	510	774	0.6583	0.0987	0.4334
7	9	0.1500	495	789	0.6277	0.0942	0.3940
8	8	0.1333	422	862	0.4898	0.0653	0.2399
9	5	0.0833	211	1073	0.1964	0.0164	0.0386
10	5	0.0833	195	1088	0.1796	0.0150	0.0323
11	5	0.0833	173	1111	0.1554	0.0130	0.0242
12	6	0.1000	205	1079	0.1898	0.0190	0.0360
13	5	0.0833	203	1080	0.1882	0.0157	0.0354
14	6	0.1000	254	1030	0.2462	0.0246	0.0606
15	6	0.1000	231	1052	0.2200	0.0220	0.0484
16	5	0.0833	199	1085	0.1833	0.0153	0.0336
17	6	0.1000	311	972	0.3200	0.0320	0.1024
18	5	0.0833	200	1083	0.1849	0.0154	0.0342
Σ		1.9833			7.2876	0.9327	4.2002
Rata-rata		0.1102			0.4049		

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, maka nilai parameter B dan A dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$B = \frac{N \sum_{i=1}^N (X_i Y_i) - \sum_{i=1}^N (X_i) \sum_{i=1}^N (Y_i)}{N \sum_{i=1}^N (X_i)^2 - (\sum_{i=1}^N (X_i))^2}$$

$$B = \frac{18 \times 0,9327 - 7,2876 \times 1,9833}{18 \times 4,2002 - (7,2876)^2} = 0,1038$$

$$A = \bar{Y} - B \bar{X}$$

$$A = 0,1102 - 0,1038 \times 0,4049 = 0,0682$$

Selanjutnya, dengan menggunakan nilai parameter B dan A tersebut, dapat dihitung besarnya nilai $T_0 = A = 0,0682$ jam atau 4,0904 menit dan nilai indeks tingkat pelayanan adalah a .

$$a = \frac{0,1038}{0,0682} = 1,5221$$

Berikut ini adalah rekapitulasi nilai a (indeks tingkat pelayanan) pendekatan linear arah Kairagi dan Airmadidi pada hari Senin 15 Mei 2017 sampai Sabtu 20 Mei 2017.

Tabel 7. Rekapitulasi nilai a (ITP) Pendekatan Linear

Hari/tanggal	Arah	B	A	$T_0 = A$		a (indeks tingkat pelayanan)
				jam	menit	
Senin / 15 - 05 - 2017	Kairagi	0.1038	0.0682	0.0682	4.0904	1.5221
	Airmadidi	0.1896	0.0533	0.0533	3.1992	3.5563
Selasa / 16 - 05 - 2017	Kairagi	0.1410	0.0489	0.0489	2.9315	2.8851
	Airmadidi	0.1951	0.0497	0.0497	2.9824	3.9241
Rabu / 17 - 05 - 2017	Kairagi	0.1033	0.0676	0.0676	4.0545	1.5288
	Airmadidi	0.1287	0.0735	0.0735	4.4119	1.7503
Kamis / 18 - 05 - 2017	Kairagi	0.0833	0.0726	0.0726	4.3568	1.1467
	Airmadidi	0.2517	0.0377	0.0377	2.2616	6.6780
Jumat / 19 - 05 - 2017	Kairagi	0.1077	0.0613	0.0613	3.6757	1.7578
	Airmadidi	0.1653	0.0577	0.0577	3.4624	2.8640
Sabtu / 20 - 05 - 2017	Kairagi	0.0959	0.0760	0.0760	4.5574	1.2632
	Airmadidi	0.4047	0.0146	0.0146	0.8742	27.7798

Tabel 8. Perhitungan ITP Pendekatan Tidak Linear

No	Q_i (smp/jam)	$(C - Q_i)$	$(Q_i/C - Q_i)$	T_0^i (jam)	$\frac{T_0^i}{T_0}$
	[1]	[2]	[3]=[1]/[2]	[4]	[5] = [4]/ T_0
1	385	899	0.4281	0.1000	1.4669
2	476	807	0.5902	0.1167	1.7113
3	402	882	0.4557	0.1000	1.4669
4	641	643	0.9976	0.1667	2.4448
5	634	650	0.9761	0.1667	2.4448
6	510	774	0.6583	0.1500	2.2003
7	495	789	0.6277	0.1500	2.2003
8	422	862	0.4898	0.1333	1.9558
9	211	1073	0.1964	0.0833	1.2224
10	195	1088	0.1796	0.0833	1.2224
11	173	1111	0.1554	0.0833	1.2224
12	205	1079	0.1898	0.1000	1.4669
13	203	1080	0.1882	0.0833	1.2224
14	254	1030	0.2462	0.1000	1.4669
15	231	1052	0.2200	0.1000	1.4669
16	199	1085	0.1833	0.0833	1.2224
17	311	972	0.3200	0.1000	1.4669
18	200	1083	0.1849	0.0833	1.2224
Σ			7.2876		29.0926

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, nilai ' a ' dapat ditentukan dengan menggunakan nilai $\hat{Y}_i = \frac{T_0^i}{T_0}$ dan $X_i = \frac{Q_i}{C}$ maka nilai ' a ' bisa didapat dengan menggunakan persamaan berikut.

$$a = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{T_0^i}{T_0} - N}{\sum_{i=1}^N \left(\frac{Q_i}{(C - Q_i)} \right)}$$

$$a = \frac{29,0926}{19,121} = 1,5221$$

Berikut ini adalah rekapitulasi nilai a (indeks tingkat pelayanan) pendekatan tidak linear arah Kairagi dan Airmadidi pada hari Senin 15 Mei 2017 sampai Sabtu 20 Mei 2017 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi nilai a (indeks tingkat pelayanan) Pendekatan Tidak Linear

Hari/tanggal	Arah	a (indeks tingkat pelayanan)
Senin / 15 - 05 - 2017	Kairagi	1.5221
	Airmadidi	3.5563
Selasa / 16 - 05 - 2017	Kairagi	2.8851
	Airmadidi	3.9241
Rabu / 17 - 05 - 2017	Kairagi	1.5288
	Airmadidi	1.7503
Kamis / 18 - 05 - 2017	Kairagi	1.1467
	Airmadidi	6.6780
Jumat / 19 - 05 - 2017	Kairagi	1.7578
	Airmadidi	2.8640
Sabtu / 20 - 05 - 2017	Kairagi	1.2632
	Airmadidi	27.7798

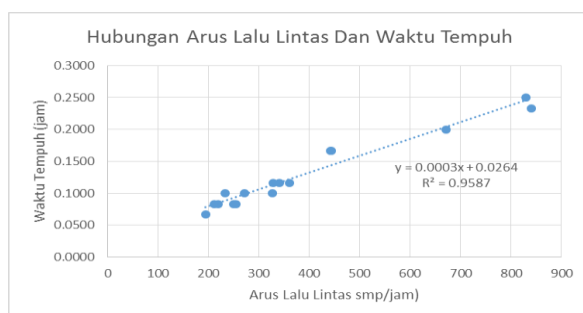
Dari hasil rekapitulasi terlihat bahwa nilai a (indeks tingkat pelayanan) pada pendekatan tidak linear adalah sama dengan nilai a (indeks tingkat pelayanan) pada pendekatan linear.

Hubungan Arus Lalu Lintas dan Waktu Tempuh

Hubungan arus lalu lintas dengan waktu tempuh bisa di dapat dengan menggunakan persamaan Davidson. Secara matematis, ciri tersebut dapat dinyatakan sebagai berikut.

$$T_Q = T_0 \left[\frac{1 - (1 - a) \frac{Q}{c}}{1 - \frac{Q}{c}} \right]$$

Dibawah ini grafik hubungan arus lalu lintas dengan waktu tempuh yang di dapat di lapangan pada penelitian Sabtu 20 Mei 2017 arah Kairagi seperti Gambar 3 berikut

Gambar 3. Grafik Hubungan Arus Lalu Lintas (Q) dengan Waktu Tempuh (T_Q)

Dari hubungan antara waktu tempuh kendaraan dan arus lalu lintas dapat dilihat bahwa semakin arus bertambah maka waktu tempuh juga bertambah. Untuk perhitungan nilai indeks tingkat pelayanan (a) = 1,2632 dengan koefisien determinasi (R^2) = 0,9587, artinya besar pengaruh arus lalu lintas terhadap waktu tempuh adalah 95,87%, sedang sisanya dipengaruhi variable lain.

Analisis Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan untuk mengumpulkan data yang berhubungan dengan studi yang dilakukan. Data yang diperlukan hanyalah peta lokasi penelitian.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari penelitian yang dilakukan pada Jalan Kairagi-Airmadidi pada segmen jalan Alfamart Maumbi sampai pada Indomaret Manado Bitung km 8, dapat disimpulkan:

1. Nilai ITP terbaik untuk Arah Kairagi adalah 1,2632 dengan $R^2 = 0,9587$, sedang untuk Arah Airmadidi nilai ITP terbaik adalah 3,9241 dengan $R^2 = 0,8755$.
2. Model hubungan antara waktu tempuh dan arus lalu lintas adalah linear, yang menunjukkan bahwa semakin arus bertambah, waktu tempuhpun bertambah.
3. Menurut Blunden (1971), jalan yang diteliti bisa dikategorikan sebagai jalan kolektor dan pengumpan, dengan waktu tempuh untuk Arah Kairagi pada saat arus = 0 adalah 4,5574 menit dengan nilai Indeks Tingkat adalah 1,2632. Untuk Arah Airmadidi, waktu tempuh kondisi arus bebas adalah 2,9824 dengan nilai Indeks Tingkat sebesar 3,9241.

Saran

1. Penelitian serupa dapat dilakukan pada segmen jalan yang berbeda.
2. Pada segmen yang diteliti, perlu diatur secara khusus penjadwalan kendaraan berat agar tidak terjadi kemacetan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 1997, *Manual Kapasitas Jalan Indonesia*, Direktorat Jenderal Bina Marga, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Hobbs, F.D. 1995, *Perencanaan dan Teknik Lalu Lintas*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta
- Tamin, O.Z. 2000. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Edisi 2, Penerbit ITB, Bandung.
- Tamin, O.Z. 1997. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi*, Edisi 1, Penerbit ITB, Bandung.
- Tamin, O.Z. 2003. *Perencanaan dan Pemodelan Transportasi: Contoh Soal dan Aplikasi*, Edisi 2, Penerbit ITB, Bandung.
- Josephine K.P 2007, *Indeks Tingkat Pelayanan (ITP) dengan Pendekatan Tidak Linear Pada Ruas Jalan Sam Ratulangi (Segmen Apotik Setia 2 – Gereja Paulus)*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.
- Leonard A.S 2007, *Studi Kapasitas Dan Tingkat Pelayanan Pada Ruas Jalan Ahmad Yani Manado*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi.